

**(81) Bestimmungsstaaten:** JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

**Veröffentlicht**  
*Mit internationalem Recherchenbericht.*

das muss "bracketing as" heißen

The diagram illustrates a multi-stage optical system. At the top, a light source (3) emits a beam that passes through a beam splitter (6). The beam is split into two paths: one directed towards a UV source (5) and another towards a series of lenses (2). The lenses are arranged in a vertical column, with each lens (2) having a corresponding lens holder (12) and a lens support (11). The beam passes through each lens sequentially. The system is supported by a frame (9) and includes a UV source (5) and a lens holder (4) at the top. The beam is directed downwards through the lenses, with arrows indicating the direction of light flow.

98027770

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verfahren zur Dekontamination von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Dekontamination von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen mit optischen Elementen oder von Teilen davon, insbesondere von Oberflächen optischer Elemente, mit UV-Licht und Fluid. Die Erfindung betrifft auch eine Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage mit einem DUV (deep ultraviolet)-Excimer-Laser als Lichtquelle der Projektionsbelichtung. Damit ist der Wellenlängenbereich von ca. 100-300 nm mit Vakuum-UV umfaßt.

Beim Betrieb von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen im tiefen Ultraviolettbereich (193nm) machen sich Verunreinigungen von Substraten, wie z.B. Quarz und Calciumfluorid, an der Oberfläche sehr stark durch Absorption bemerkbar. Diese können pro optischem Element bis zu 5 % Absorptionsverluste verursachen. Insbesondere für Halbleiter-Objektive sind derartige Absorptionsverluste nicht akzeptierbar. Weiterhin sind in Beleuchtungseinrichtungen für Halbleiter-Objektive Quarzstäbe oder  $\text{CaF}_2$ -Stäbe für eine gute Durchmischung der von einer Lichtquelle abgegebenen Strahlung angeordnet. Durch mehrfache Totalreflektion des in den Glasstab bzw.  $\text{CaF}_2$ -Stab eingekoppelten Lichtes wird eine gute Durchmischung erreicht. Ist die Oberfläche des Quarzstabes bzw.  $\text{CaF}_2$ -Stabes verschmutzt so treten auch dort bei der Totalreflektion Absorptionsverluste auf, die zu einer Schwächung der resultierenden Beleuchtungsintensität führen. Aus der US 4,028,135 ist es bekannt, kontaminierte Quarz Resonatoren und Wafer mit DUV-Licht und einem Gasstrom, insbesondere Ozon, zu reinigen. Die für die Reinigung eingesetzte Lichtquelle ist zusammen mit der zu reinigenden Oberfläche in einer Aluminiumbox angeordnet, deren Oberfläche ein guter Reflektor für UV-Licht ist.

In der US 5,024,968 ist ein Verfahren zur Reinigung optischer Komponenten, insbesondere für Röntgenlithographie und UV-

Excimer-Laseroptik beschrieben, wobei hierzu als Energiequelle eine hochenergetische Strahlung mit einem Laser in Verbindung mit einem bezüglich der Oberfläche inerten Spülglass verwendet wird. Die Reinigung ist dabei an optischen Linsen und Spiegeln als Einzelkomponenten, wie sie z.B. in der Fertigung in Frage kommt, vorgesehen.

Problematisch ist jedoch eine Dekontamination von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen im späteren Betrieb. Mit der zur Belichtung genutzten DUV-Beleuchtung ist eine Reinigung nur ungenügend zu erreichen. Darüber hinaus hat man bisher eine Reinigung mit einer UV-Quelle als problematisch angesehen, da die Gefahr von Schädigungen von Coatings und Material gesehen wurde.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zur Dekontamination von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen der eingangs erwähnten Art zu schaffen, mit dem die gesamte Anlage im Betrieb bzw. in Betriebspausen dekontaminiert werden kann und zwar ohne die Gefahr von Schädigungen an Coatings oder Materialien.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch das in Anspruch 1 genannte Verfahren gelöst. In Anspruch 10 und 19 ist eine Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage aufgezeigt, mit der konstruktiv die Aufgabe gelöst werden kann.

Durch die erfindungsgemäße Verwendung einer zweiten UV-Lichtquelle läßt sich auf einfache Weise eine Dekontamination von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen durchführen. Die zusätzliche UV-Lichtquelle kann nämlich optimal an die für eine Dekontamination gestellten Anforderungen ohne die Gefahr von Schädigungen angepaßt werden, da sie unabhängig von der normalen Beleuchtung ist. Die zweite Lichtquelle kann dabei durchaus den der Belichtung dienenden Laser oder Teile davon mitenthalten.

In einer sehr vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann sie z.B. relativ breitbandig ausgeführt sein und z.B. auch mit einer entsprechend höheren Leistung betrieben werden, wie es für eine normale Beleuchtung der Fall ist. Die größere Bandbreite verbessert den Reinigungseffekt, da zusätzliche schmalbandige Übergänge angeregt werden, wie z.B. Sauerstoffanregungen im Bereich der Schumann-Runge-Bande. Außerdem kann die Wellenlänge so gewählt werden, daß Probleme der Materialzerstörung, wie z.B. Compaction, minimiert werden. In der Regel liegt die Wellenlänge in der Nähe der Belichtungswellenlänge.

Projektionsbelichtungsanlagen weisen zur Homogenisierung des von der Lichtquelle abgegebenen Lichtes einen stabförmigen Lichtleiter auf, in den die von der Lichtquelle abgegebene Strahlung eingekoppelt wird, wobei durch mehrfache Totalreflexion an der Oberfläche des Lichtleiters eine Homogenisierung der eingekoppelten Strahlung erfolgt. Um Absorptionsverluste in Folge von Kontamination der Oberfläche des Lichtleiters zu vermeiden ist eine UV-Lichtquelle für dessen Bestrahlung vorgesehen. Durch Anordnung des zu bestrahlenden Lichtleiters innerhalb eines ellipsoiden Reflektors zusammen mit der UV-Lichtquelle ist es möglich eine UV-Lichtquelle mit geringer Leistung für eine hohe resultierende Bestrahlungsintensität der Oberfläche des Lichtleiters einzusetzen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, daß die UV-Lichtquelle in einem Brennpunkt des ellipsoiden Reflektors angeordnet ist und die von der UV-Lichtquelle abgegebene Strahlung auf den weiteren Brennpunkt fokussiert wird, in dem der Lichtleiter angeordnet ist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus dem nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipmäßig beschriebenen Ausführungsbeispiel.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1: Projektionsbelichtungsanlage

Fig. 2: Schnitt durch eine Beleuchtungseinrichtung.

Da eine Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage allgemein bekannt ist, werden nachfolgend nur drei Linsen als optische Elemente davon in Zusammenhang mit der Zeichnung beschrieben, um das Verfahren und die Vorrichtung zur Dekontamination zu erläutern.

In einem Gehäuse 1 sind mehrere Linsen 2 angeordnet. Für den Normalbetrieb ist die Anlage mit einem DUV-Excimer-Laser 3 als Lichtquelle der Projektionsbelichtung versehen. Weiterhin ist im Normalbetrieb eine Spülgaszuführung in Form einer laminaren Strömung am Rand vorgesehen, wozu eine Gaszuführeinrichtung 4 dient.

Zusätzlich zu dem Laser 3 ist eine weitere UV-Lichtquelle mit einem breitbandigen Laser 5 vorgesehen. Der breitbandige Laser 5 dient als Reinigungslichtquelle und wird über einen ein-schwenkbaren Spiegel 6, der mit einer Stellmechanik versehen ist, in den Strahlengang eingekoppelt, so daß die Linsen 2 möglichst gleichmäßig ausgeleuchtet sind. Anstelle einer Einkoppelung des Lasers 5 mit dem schwenkbaren Spiegel 6 kann auch für den gleichen Zweck ein teildurchlässiger Spiegel (Polarisationsstrahlteiler, dichroitischer Spiegel) vorgesehen sein. Es kann auch die Anordnung von mehreren Lichtquellen zwischen den Linsen des Objektives zur Beleuchtung der zu dekontaminierenden Oberfläche vorgesehen sein.

Um die abgelösten Kontaminations-Bestandteile, wie z.B. C, CH<sub>x</sub> aus dem geschlossenen optischen System zu entfernen, wird ein Gasfluß (12), z.B. ozonhaltiges Gas, parallel zu den einzelnen Oberflächen der Linsen 2 bzw. entlang der Linsen 2 erzeugt. Da ein solcher Fluß den normalen Objektivbetrieb stören würde, muß er zu- und abschaltbar sein, wobei jedoch der minimale, diffusionsbasierte Gasaustausch im Normalbetrieb durch die Gaszufüh-

rungseinrichtung 4 erfolgt. Für diese Gaszuführung ist eine Spülgaszuführeinrichtung 7 vorgesehen, von der aus über Leitungen 8 und radiale Spülöffnungen in dem Gehäuse 1 die Spülgaszuführung wenigstens annähernd senkrecht zur optischen Achse 10 erfolgt. In gleicher Weise erfolgt eine Abfuhr von Spülgas zusammen mit Kontaminations-Bestandteilen über Leitungen 9 in der Umfangswand des Gehäuses 1 auf der den Spülöffnungen gegenüberliegenden Seite. Durch die radialen Spülöffnungen wird ein gleichmäßiger gerichteter Fluß (12) über die Linsenoberflächen erzielt.

Alternativ kann man auch die Gaszuführungseinrichtung 4 für den Normalbetrieb zur Kontaminations-Spülung verwenden. Hierzu wird der parallel zur optischen Achse 10 verlaufende Gasfluß z.B. durch ein Einschwenken mechanischer Blenden 11 (gestrichelt dargestellt) gezielt über die Linsenoberflächen geleitet. Gegebenenfalls ist hierzu die Leistung der Gaszuführungseinrichtung 4 zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit entsprechend zu verstärken.

Eine andere Möglichkeit die Spülgaszuführung im Normalbetrieb für Kontaminations-Spülungen zu verwenden kann auch darin bestehen, daß man Querströmungen durch inhomogene magnetische oder elektrische Felder erzeugt. Ebenso ist eine wechselweise Verwendung von Spülgasen unterschiedlicher Dichte möglich.

Bei Verwendung der Gaszuführungseinrichtung 4 für den Normalbetrieb wird man den Gasfluß so erhöhen, daß die laminare Strömung turbulent wird. Gegebenenfalls sind in diesem Falle auch Änderungen der Objektiveometrie (Fassung) erforderlich, um Wirbelströmungen zu erzielen.

Der für die Dekontamination vorgesehene Laser 5 sollte ein DUV-Excimer-Laser sein, der mit einer Bandbreite von 500 pm operieren kann. Möglich ist auch der Einsatz einer UV-Excimer-Lampe, z.B. mit 222 nm Wellenlänge. Es kann z.B. auch der Belichtungs-laser ohne Injection-Locking als Reinigungslaser eingesetzt werden. Waferseitig kann ein Verschluß den Lichtaustritt in

Belichtungspausen unterbinden.

In Figur 2 ist ein dem DUV-Excimer-Laser 3 als Lichtquelle der Projektionsbelichtungsanlage nachgeschalteter Lichtleiter 25 zur Homogenisierung der von der Lichtquelle abgegebenen Strahlung im Schnitt gezeigt. Als Lichtleiter 25 ist ein Quarzstab vorgesehen, der auf einen Brennpunkt 31 eines ihn umgebenden ellipsoiden Reflektors 21 angeordnet ist. Weiterhin kann auch ein  $\text{CaF}_2$ -Stab als Lichtleiter eingesetzt werden. Auf dem weiteren Brennpunkt 29 des Reflektors 21 ist eine für die Bestrahlung der Oberfläche 27 des Lichtleiters 25 vorgesehene UV-Lichtquelle 23 angeordnet, deren Strahlung auf die Oberfläche 27 des Lichtleiters fokussiert wird. Es kann vorgesehen sein, daß der Reflektor mit Fluid durchströmt wird.



## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Dekontamination von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen mit optischen Elementen (2) oder von Teilen davon, insbesondere von Oberflächen optischer Elemente, mit UV-Licht und Fluid, dadurch gekennzeichnet, daß in Belichtungspausen eine zweite UV-Lichtquelle (5) zumindest auf einen Teil der optischen Elemente (2) gerichtet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als zweite UV-Lichtquelle (5) eine relativ breitbandige Lichtquelle verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Reinigung ein Strom (12) des Fluides erzeugt wird, der parallel zu den zu reinigenden Oberflächen der optischen Elemente (2) gerichtet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid zur Reinigung von einer Normalbetrieb-Spülgaszuführung (4) abgezweigt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß das für die Reinigung vorgesehene Fluid von dem im Normalbetrieb parallel zur optischen Achse verlaufenden Fluidfluß durch Ablenken der Fluidströmung eingeleitet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das für die Reinigung vorgesehene Fluid von dem im Normalbetrieb parallel zur optischen Achse verlaufenden Fluidfluß durch Erzeugen von Querströmungen durch inhomogene magnetische oder elektrische Felder erzeugt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Spülung wechselweise Fluide mit verschiedener Dichte verwendet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführung von Spülfluid aus der Normalbetrieb-Fluidzuführung (4) durch Erhöhung des Zuflusses und Übergang von einer laminaren Strömung in eine turbulente Strömung erzeugt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid ein ozonhaltiges Gas ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid ein sauerstoffhaltiges Gas ist.
11. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage mit einem DUV-Excimer-Laser als Lichtquelle der Projektionsbelichtung, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine weitere UV-Lichtquelle (5) vorgesehen ist, die alternativ zu dem DUV-Excimer-Laser (3) einschaltbar ist und durch die zumindest ein Teil der optischen Elemente (2) beleuchtbar ist.
12. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Gaszufuhreinrichtung (7) vorgesehen ist, die für die Zufuhr von Spülgas bei eingeschalteter weiterer UV-Lichtquelle (5) vorgesehen ist.
13. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß in der Anlage radiale Spülöffnungen zur Zufuhr von Spülgas vorgesehen sind, durch die ein gerichteter Fluß über die zu reinigenden Oberflächen der optischen Elemente (2) erzeugbar ist.
14. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß als Gaszufuhreinrichtung eine für den Normalbetrieb vorgesehene Gaszufuhreinrichtung (4) vorgesehen ist, wobei ein parallel zur optischen Achse gerichteter Gasfluß in Richtung auf die Oberflächen der zu reinigenden optischen Elemente (2) abge-

lenkt wird.

15. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ablenkung einschwenkbare oder einklappbare mechanische Blenden (11) zur Gasflußumleitung vorgesehen sind.
16. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung von Querströmungen inhomogene magnetische oder elektrische Felder vorgesehen sind.
17. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zur Erhöhung des Gasflusses für den Spülbetrieb vorgesehen ist.
18. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaszufuhreinrichtung (4 bzw. 7) eine Ozonquelle enthält.
19. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage mit einer Lichtquelle der ein stabförmiger Lichtleiter zur Homogenisierung des von der Lichtquelle abgestrahlten Lichtes nachgeschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, daß dem Lichtleiter eine UV-Lichtquelle (23) zur Bestrahlung der Oberfläche (27) für deren Dekontaminierung zugeordnet ist, und daß der Lichtleiter (25) und die UV-Lichtquelle (23) innerhalb eines Reflektors (21) angeordnet sind.
20. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die UV-Lichtquelle (23) in einem Brennpunkt (29) eines ellipsoiden Reflektors (21) angeordnet ist, wobei in dem anderen Brennpunkt (31) der Lichtleiter (25) angeordnet ist.

**This Page Blank (uspto)**